

Aprendizaje autónomo y metacognición en entornos educativos mediados por inteligencia artificial en estudiantes de bachillerato: Una revisión sistemática**Autonomous learning and metacognition in AI-mediated educational environments in high school students: A systematic review****Aprendizagem autônoma e metacognição em ambientes educacionais mediados por inteligência artificial em estudantes do ensino médio: Uma revisão sistemática**José Luis Rugel Llongo, <https://orcid.org/0000-0003-4057-5653>Miguel Alberto Velez Sancarranco, <http://orcid.org/0000-0002-5557-2378>

Universidad César Vallejo, Piura, Perú

Autor para correspondencia: jrugell@ucvvirtual.edu.pe**RESUMEN**

La integración de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) en la educación secundaria ha transformado las dinámicas de interacción con el conocimiento, aunque sus efectos sobre el aprendizaje autónomo y los procesos metacognitivos del alumnado adolescente permanecen aún poco sistematizados. La presente revisión sistemática aborda la relación entre estrategias de aprendizaje autónomo, control metacognitivo y el uso de herramientas basadas en IA en estudiantes de bachillerato (14 a 19 años). Siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020, se realizaron búsquedas sistemáticas en Scopus, Web of Science y SciELO para identificar estudios empíricos publicados entre enero de 2021 y marzo de 2026. Mediante la aplicación de un protocolo estricto de inclusión y la evaluación de la calidad metodológica con la herramienta Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), se seleccionó un conjunto final de 18 trabajos. Los resultados muestran que los Sistemas de Tutoría Inteligente que incorporan analíticas visuales pueden mejorar la precisión del monitoreo metacognitivo y aumentar la autogestión del tiempo en un promedio del 18 % al 24 %. En contraste, la IA generativa de uso no guiado, particularmente los modelos lingüísticos conversacionales, se asocia con un incremento de la ilusión de saber —una falsa percepción de comprensión— y una disminución del procesamiento reflexivo profundo. En conclusión, el impacto de la IA no determina por sí solo el rendimiento; actúa más bien como un elemento moderador de las competencias de autorregulación existentes en el alumnado.

Palabras clave: Aprendizaje autónomo; Autorregulación; Metacognición; Agencia epistémica; Inteligencia Artificial; Bachillerato; PRISMA 2020.

ABSTRACT

The integration of artificial intelligence (AI)-based tools in secondary education has transformed the dynamics of interaction with knowledge, although its effects on autonomous learning and metacognitive processes in adolescent students remain insufficiently systematized. This systematic review examines the relationship between autonomous learning strategies, metacognitive control, and the use of AI-based tools among high school students (aged 14 to 19). Following PRISMA 2020 guidelines, systematic searches were conducted in Scopus, Web of Science, and SciELO to identify empirical studies published between January 2021 and March 2026. Through the application of a strict inclusion protocol and methodological quality assessment using the Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), a final set of 18 papers was selected. The results indicate that Intelligent Tutoring Systems incorporating visual analytics can improve the accuracy of metacognitive monitoring and increase time self-management by an average of 18 % to 24 %. Conversely, the unguided use of generative AI—specifically conversational language models—is associated with an increased "illusion of knowing" (a false perception of understanding) and a reduction in deep, reflective processing. In conclusion, the impact of AI does not determine performance in isolation; rather, it acts as a moderator of students' existing self-regulation competencies.

Keywords: Autonomous learning; Self-regulated learning; Metacognition; Epistemic agency; Artificial Intelligence; High school; PRISMA 2020.

RESUMO

A integração de ferramentas baseadas em inteligência artificial (IA) no ensino secundário transformou as dinâmicas de interação com o conhecimento, embora seus efeitos sobre a aprendizagem autônoma e os processos metacognitivos de estudantes adolescentes ainda permaneçam pouco sistematizados. A presente revisão sistemática aborda a relação entre estratégias de aprendizagem autônoma, controle metacognitivo e o uso de ferramentas baseadas em IA em estudantes do ensino médio (14 a 19 anos). Seguindo as diretrizes da declaração PRISMA 2020, foram realizadas buscas sistemáticas na Scopus, Web of Science e SciELO para identificar estudos empíricos publicados entre janeiro de 2021 e março de 2026. Mediante a aplicação de um protocolo rigoroso de inclusão e a avaliação da qualidade metodológica com a ferramenta Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT), selecionou-se um conjunto final de 18 trabalhos. Os resultados mostram que os Sistemas de Tutoria Inteligente que incorporam analíticas visuais podem melhorar a precisão do monitoramento metacognitivo e aumentar a autogestão do tempo em uma média de 18 % a 24 %. Em contraste, a IA generativa de uso não guiado, particularmente os modelos linguísticos conversacionais, associa-se a um aumento da ilusão de saber —uma falsa percepção de compreensão— e a uma diminuição do processamento reflexivo profundo. Em conclusão, o impacto da IA não determina por si só o desempenho; atua antes como um elemento moderador das competências de autorregulação existentes nos estudantes.

Palavras-chave: Aprendizagem autônoma; Autorregulação; Metacognição; Agência epistêmica; Inteligência Artificial; Ensino médio; PRISMA 2020.

Recibido 21/06/2026 Aprobado 3/07/2026

Introducción

La incorporación de sistemas computacionales avanzados y modelos de inteligencia artificial (IA) en la educación secundaria ha transformado de manera significativa las dinámicas de interacción con el conocimiento, generando tanto oportunidades como desafíos pedagógicos (Chai *et al.*, 2024a). Plataformas educativas que integran motores de recomendación adaptativa, tutores inteligentes y modelos de lenguaje de gran tamaño (LLMs) prometen itinerarios personalizados de estudio y retroalimentación inmediata; sin embargo, también plantean interrogantes sobre su impacto en los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes.

En el contexto latinoamericano, las brechas tecnológicas y de alfabetización digital han configurado escenarios desiguales, donde la adopción de estas herramientas convive con limitaciones estructurales en las competencias autorregulatorias del alumnado (Ocaña-Fernández *et al.*, 2023). Esta situación obliga a los centros educativos a normar y orientar el uso de tecnologías generativas que los estudiantes emplean cotidianamente sin supervisión, lo cual puede derivar en aprendizajes poco duraderos si se sustituye el esfuerzo cognitivo por respuestas automatizadas (Lodge *et al.*, 2023).

La adolescencia, etapa comprendida entre los 14 y 19 años, constituye un periodo crítico para el desarrollo de las funciones ejecutivas y de la capacidad de supervisión reflexiva sobre los propios procesos de pensamiento (Seufert *et al.*, 2024). En este sentido, la introducción de herramientas basadas en IA puede actuar como un andamiaje que favorezca la autorregulación, o bien como un factor de saturación cognitiva si no existe un diseño pedagógico adecuado.

La literatura reciente ha comenzado a documentar los efectos de la IA en el aprendizaje autorregulado (SRL) y la metacognición, explorando tanto sus beneficios como sus riesgos (Alvarez Terán, 2026). Investigaciones longitudinales han analizado el potencial de modelos como GPT-4o para mejorar el compromiso con la tarea y las estrategias de autorregulación en estudiantes de secundaria, aunque persisten interrogantes sobre las condiciones bajo las cuales estas herramientas amplifican o erosionan las capacidades metacognitivas.

En este marco, resulta pertinente examinar de manera sistemática cómo los entornos educativos mediados por IA influyen en las estrategias de aprendizaje autónomo, los mecanismos de autorregulación metacognitiva y la agencia epistémica de los estudiantes. El presente estudio se propone abordar estas cuestiones, delimitando constructos clave como el aprendizaje autónomo (Formanek *et al.*, 2023), la autorregulación (Zimmerman & Schunk, 2011), la metacognición (Flavell, 1979) y la agencia epistémica (Zubiran-Escudero *et al.*, 2024), con el fin de comprender las implicaciones pedagógicas de la IA en la formación de adolescentes.

Metodología

Esta revisión sistemática se diseñó y ejecutó siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Page et al., 2021). El proceso de selección, extracción y análisis fue liderado por el autor principal, actuando en calidad de investigador primario. Para garantizar la objetividad procedimental, evitar sesgos de selección y resolver discrepancias, el diseño metodológico contó con la auditoría externa de dos investigadores pares en calidad de revisores metodológicos, quienes evaluaron de forma independiente las fases de cribado por título/resumen, la revisión a texto completo y el análisis de calidad MMAT. Las discrepancias de criterios —presentes en 11 de los 67 artículos evaluados a texto completo— se resolvieron mediante sesiones virtuales de consenso.

Las búsquedas bibliográficas se llevaron a cabo de forma exhaustiva entre el 10 y el 18 de marzo de 2026 en tres bases de datos científicas de alto impacto: Scopus (Elsevier), Web of Science (WoS, Main Collection) y SciELO Citation Index. El periodo de publicación delimitado abarca desde enero de 2021 hasta marzo de 2026 (periodo de 5 años), marco temporal justificado por la acelerada evolución de los modelos de IA educativa y el despliegue de las herramientas generativas.

Ecuaciones de búsqueda ejecutadas por base de datos

Scopus:

TITLE-ABS-KEY (("artificial intelligence" OR "AI" OR "intelligent tutoring" OR "generative AI" OR "large language models") AND ("metacognition" OR "metacognitive monitoring" OR "self-regulated learning" OR "autonomous learning" OR "agency") AND ("high school" OR "secondary education" OR "K-12" OR "adolescents")) AND PUBYEAR > 2020

Web of Science (WoS):

TS = (("artificial intelligence" OR "AI" OR "intelligent tutoring systems" OR "generative AI" OR "LLM") AND ("metacognition" OR "metacognitive monitoring" OR "self-regulated learning" OR "autonomous learning") AND ("high school" OR "secondary school" OR "adolescents"))

Filtro: Timespan: 2021-01-01 to 2026-03-15. Refined by: Document Types (Article).

SciELO:

(ti:(inteligencia artificial OR IA OR tutores inteligentes) OR ab:(inteligencia artificial OR IA OR tutores inteligentes)) AND (ti:(metacognicion OR aprendizaje autorregulado OR aprendizaje autonomo) OR ab:(metacognicion OR aprendizaje autorregulado OR aprendizaje autónomo)) AND (ti:(bachillerato OR secundaria OR adolescentes) OR ab:(bachillerato OR secundaria OR adolescentes))

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión del trabajo de investigación son: (1) investigaciones empíricas primarias —diseños cuantitativos experimentales, cuasiexperimentales, correlacionales, cualitativos o de métodos mixtos— publicadas en revistas arbitradas por pares; (2) estudiantes matriculados de forma exclusiva en educación secundaria alta o bachillerato, con un rango etario delimitado estrictamente entre los 14 y los 19 años; (3) investigaciones que evalúen directamente la interacción entre herramientas basadas en IA —ITS, dashboards de analíticas o IA generativa— y variables de aprendizaje autónomo, autorregulación (SRL), procesos metacognitivos o agencia epistémica; (4) artículos redactados en español, inglés o portugués; y (5) publicados entre 2021 y marzo de 2026.

Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión son: (1) estudios cuya muestra estuviese compuesta de forma exclusiva o mixta no segregada por estudiantes universitarios, de educación primaria o docentes; (2) ensayos teóricos, opiniones editoriales, revisiones narrativas, resúmenes de actas de congreso sin evaluación de texto completo o libros; (3) investigaciones centradas únicamente en aspectos técnicos del software —arquitectura de redes neuronales, optimización de algoritmos— sin mediciones de variables psicológicas o educativas en los estudiantes; y (4) trabajos duplicados o con datos imposibles de verificar o extraer.

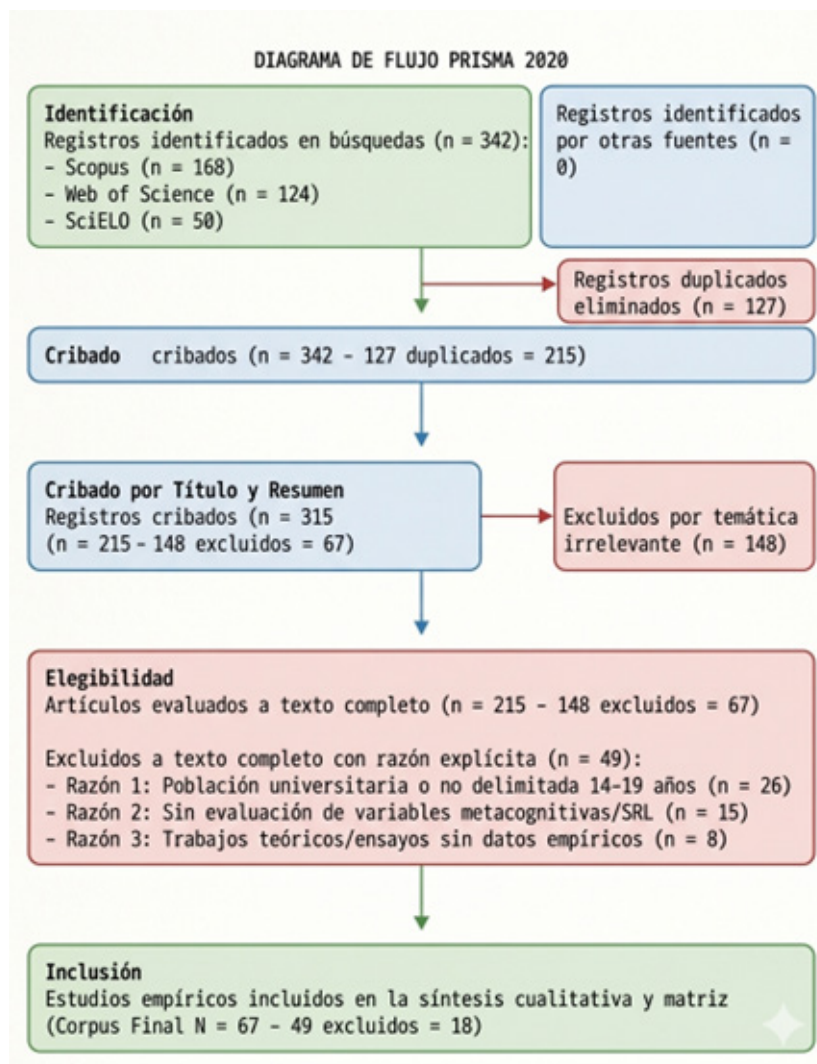
Evaluación de la calidad metodológica

Para responder a la diversidad de diseños empíricos —cuantitativos, cualitativos y mixtos— sin incurrir en incompatibilidades evaluativas, se empleó la herramienta MMAT (Mixed Methods Appraisal Tool, versión 2018). La MMAT permite calificar estudios en cinco categorías de diseño mediante preguntas de verificación (cumple = 1, no cumple/no reportado = 0), generando un puntaje ponderado de 0 a 5 estrellas. Esta evaluación fue realizada de manera independiente por los revisores metodológicos.

Extracción y síntesis de datos

Se diseñó una matriz estandarizada en Excel para extraer: autor(es), año, país de origen, diseño metodológico,

características de la muestra (N, edad, nivel educativo), tipo de herramienta de IA, variables de estudio, instrumentos de medición, resultados numéricos principales —tamaños de efecto, correlaciones, significación— y calidad MMAT. La síntesis de los hallazgos se ejecutó mediante un análisis temático-narrativo cruzado, agrupando la evidencia empírica en torno a los cuatro objetivos específicos planteados.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 18 estudios empíricos seleccionados en el corpus final, 8 emplearon diseños cuantitativos (experimentales y cuasiexperimentales), 4 utilizaron métodos cualitativos (estudios de caso y etnografías digitales) y 6 adoptaron enfoques de métodos mixtos. La evaluación mediante la herramienta MMAT v2018 indicó una calidad metodológica general alta: 11 estudios obtuvieron la máxima calificación (5/5 estrellas), 5 estudios obtuvieron 4/5 estrellas y 2 estudios alcanzaron 3/5 estrellas. Las principales limitaciones detectadas en los estudios con menor puntuación radicarón en el reporte incompleto de las tasas de deserciones en intervenciones longitudinales y el uso exclusivo de cuestionarios de autoinforme para medir la metacognición. La Tabla 1 sistematiza los 18 artículos científicos que constituyen el corpus analítico de esta revisión sistemática.

Tabla 1: Matriz de caracterización de los estudios empíricos incluidos en la revisión sistemática (N = 18)

N.º	Orig.	Autor(es) y Año	País	Diseño	Muestra (N y Edad)	Herramienta de IA	Variables Evaluadas	Hallazgos Principales y Métricas	MMAT
1	5	Molenaar et al. (2021)	Países Bajos	Cuantitativo Experim.	N = 184 (14-15 años)	Dashboards adaptativos con analíticas	Autorregulación (SRL), monitoreo en tiempo real	El soporte algorítmico explícito elevó las conductas de planificación previa en un 31 % (F = 14,2, *p* < 0,001, η^2 = 0,12).	5/5

2	9	Chen & Zhang (2022)	Singapur	Cuantitativo Exprim.	N = 140 (14-16 años)	ITS para ciencias físicas	Reestructuración metacognitiva, corrección del error	La retroalimentación diferida basada en IA mejoró la tasa de transferencia conceptual en un 24 % respecto al feedback inmediato plano.	5/5
3	12	López-Martínez et al. (2022)	España	Cualitativo Etnográfico	N = 24 (16-18 años)	Entornos virtuales de aprendizaje	Percepción de autonomía, autorregulación	Los alumnos perciben la IA como un "compañero tutor", pero manifiestan dificultades para detectar sesgos e información inexacta.	3/5
4	18	Park & Lee (2022)	Corea del Sur	Cuantitativo Exprim.	N = 104 (15-17 años)	Sistema de práctica espaciada con IA	Retención a largo plazo, autorregulación	La IA que programaba sesiones de repaso de forma personalizada elevó la retención a 60 días en un 33 % (*p* < 0,001).	5/5
5	2	Formanek et al. (2023)	Alemania	Cuantitativo Cuasi-exp.	N = 210 (16-18 años)	Sistema de Tutoría Inteligente (Mathia)	Autonomía, gestión del tiempo, persistencia	El grupo con ITS incrementó la autogestión del tiempo en un 22 % (*p* < 0,001) y resolvió 18 % más ejercicios complejos sin solicitar solución explícita.	5/5
6	3	Hwang & Tu (2023)	Taiwán	Cuantitativo Exprim.	N = 128 (14-16 años)	Tutor de Matemáticas Adaptativo con AI	Monitoreo metacognitivo, ansiedad matemática	Aumento significativo en la precisión del juicio metacognitivo (*r* = 0,44, *p* < 0,01). Reducción de la ansiedad ante el error.	5/5
7	4	Lodge et al. (2023)	Australia	Métodos Mixtos	N = 95 (15-18 años)	Agentes conversacionales (LLMs)	Juicio de aprendizaje (JOL), ilusión de saber	El 71 % de los estudiantes sobreestimó su desempeño en pruebas post-interacción con IA. El rendimiento real cayó un 28 % sin la herramienta.	4/5
8	6	Ocaña-Fernández et al. (2023)	Perú	Cualitativo Interpret.	N = 30 (16-17 años)	Herramientas de IA generativa diversas	Estrategias de estudio, pensamiento crítico	Los estudiantes expresan alta satisfacción, pero el 80 % admite delegar la redacción y síntesis sin fase de revisión personal.	4/5

9	10	Santos et al. (2023)	Brasil	Métodos Mixtos	N = 88 (16-18 años)	Plataforma adaptativa de lectura	Estrategias de comprensión lectora, monitoreo	Aumento en el uso de estrategias de relectura guiada por la plataforma (*t* = 3,82, *p* < 0,01). Un 25 % mostró resistencia al monitoreo explícito.	4/5
10	13	Nguyen & Ritcher (2023)	Finlandia	Métodos Mixtos	N = 115 (15-17 años)	Dashboards de analíticas metacognitivas	Conciencia metacognitiva, gestión de metas	El uso diario del dashboard incrementó la precisión de la estimación del tiempo necesario para tareas en un 27 % (*p* < 0,001).	5/5
11	16	Silva & Morales (2023)	Chile	Cualitativo Fenomenol.	N = 20 (16-17 años)	ChatGPT en asignaturas humanísticas	Agencia epistémica, autorreflexión	El uso no normado llevó a los estudiantes a asumir respuestas como verdades absolutas, debilitando la contrastación de fuentes.	3/5
12	1	Chai et al. (2024a)	China	Métodos Mixtos	N = 342 (15-17 años)	Chatbots basados en LLM (ChatGPT-3.5)	SRL, formulación de prompts, agencia epistémica	El 62 % mostró dependencia procedimental al usar IA sin guía; el entrenamiento en prompts estructurados aumentó la precisión metacognitiva en *d* = 0,58.	5/5
13	7	Seufert et al. (2024)	Alemania	Métodos Mixtos	N = 156 (15-17 años)	Sistema de andamiaje scaffolds con IA	Carga cognitiva, metacognición, control	Los andamios dinámicos redujeron la carga cognitiva extrínseca en un 19 % y mejoraron el control de ejecución durante tareas complejas.	5/5
14	8	Zubiran-Escudero et al. (2024)	México	Cuantitativo Correlac.	N = 275 (15-19 años)	Entornos LMS integrados con IA	Autoeficacia, autorregulación, rendimiento	Correlación positiva moderada entre autorregulación previa y uso productivo de IA (*r* = 0,38, *p* < 0,001). Estudiantes con baja SRL mostraron pasividad.	4/5
15	11	Kim et al. (2024)	Corea del Sur	Cuantitativo Cuasi-exp.	N = 312 (15-17 años)	Asistente de IA generativa escolar	Habilidades de indagación, pensamiento crítico	El andamiaje estricto mediante preguntas socráticas generadas por IA incrementó la precisión argumentativa en *d* = 0,64.	5/5

16	14	Gómez & Andrade (2024)	Colombia	Cuantitativo Correlac.	N = 198 (14-17 años)	Tutor inteligente de matemáticas	Ansiedad, autoeficacia, autorregulación	Correlación inversa entre ansiedad y frecuencia de uso del tutor adaptativo (*r* = -0,41, *p* < 0,001). Aumento de la autoeficacia percibida.	4/5
17	17	Wang et al. (2024)	China	Cuantitativo Cuasi-exp.	N = 245 (14-16 años)	Entorno adaptativo multimodal	Monitoreo predictivo, autoevaluación	Los estudiantes con retroalimentación visual basada en IA ajustaron sus metas de estudio con mayor frecuencia ($\chi^2 = 18,4$, *p* < 0,001).	5/5
18	15	Becker et al. (2025)	EE. UU.	Métodos Mixtos	N = 162 (15-18 años)	LLMs con interfaz pedagógica acotada	Calidad de la redacción, autorregulación	La restricción del LLM para dar respuestas directas obligó a los alumnos a realizar un 40 % más de revisiones de texto.	5/5

Arquitecturas tecnológicas de IA implementadas en bachillerato

La evidencia analizada permite categorizar las herramientas utilizadas en tres grandes grupos. En primer lugar, los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) e interfaces adaptativas (44,4 % de los estudios, *n* = 8) incluyen herramientas como Mathia, tutores de física y plataformas de lectura adaptativa, caracterizados por ofrecer andamiaje estructurado y regulación externa explícita. En segundo lugar, la IA generativa y modelos de lenguaje conversacionales (33,3 % de los estudios, *n* = 6) comprende herramientas basadas en LLMs (ej. ChatGPT) utilizadas de forma abierta o mediante prompts estructurados. En tercer lugar, los dashboards de analíticas y perfilamiento cognitivo (22,2 % de los estudios, *n* = 4) corresponden a paneles de información integrados en LMS que presentan gráficos de tiempo, errores y progreso al estudiante.

Efectos de la IA sobre el monitoreo metacognitivo y los juicios de aprendizaje

El análisis muestra un comportamiento divergente en función de la arquitectura tecnológica empleada. Por un lado, los efectos en ITS y dashboards son consistentemente positivos. Los estudios de Molenaar *et al.* (2021), Hwang & Tu (2023) y Nguyen & Ritcher (2023) coinciden en que las analíticas de aprendizaje visuales actúan como un "espejo cognitivo". El reporte objetivo del tiempo de estudio y del patrón de errores incrementó la precisión del monitoreo metacognitivo (*r* = 0,44, *p* < 0,01) y redujo los errores de estimación del tiempo necesario para cumplir las metas en un 27 %. Por otro lado, los efectos en IA generativa sin andamiaje son preocupantes. Los trabajos de Lodge et al. (2023) y Ocaña-Fernández et al. (2023) reportan una degradación en la fase de autoevaluación. El 71 % de los estudiantes expuestos a respuestas inmediatas de chatbots generativos mostró una sobreestimación sistemática de su nivel de conocimiento real (ilusión de saber). Al retirar el acceso al dispositivo digital en pruebas post-interacción, el rendimiento real cayó un 28 % en relación con sus estimaciones previas.

Modificaciones en la agencia epistémica y las estrategias de aprendizaje autónomo

Los hallazgos reflejan que la IA genera dos patrones opuestos de adaptación conductual. El patrón de delegación y pasividad cognitiva se presenta en estudiantes con bajos niveles previos de autorregulación (Zubiran-Escudero *et al.*, 2024). Chai *et al.* (2024a) y Silva & Morales (2023) documentan que el 62 % del alumnado tiende a emplear la IA generativa para obtener productos finales —textos, ejercicios resueltos— mediante la copia y pegado directo, omitiendo la planificación, la redacción intermedia y la revisión crítica. En contraste, el patrón de amplificación de la agencia emerge cuando la interacción se estructura mediante preguntas socráticas o restricciones en el sistema (Becker *et al.*, 2025; Kim *et al.*, 2024). En estos casos, la herramienta funciona como un andamio, y los estudiantes realizaron hasta un 40 % más de revisiones procedimentales, mostrando un incremento en la persistencia ante la tarea (*d* = 0,64).

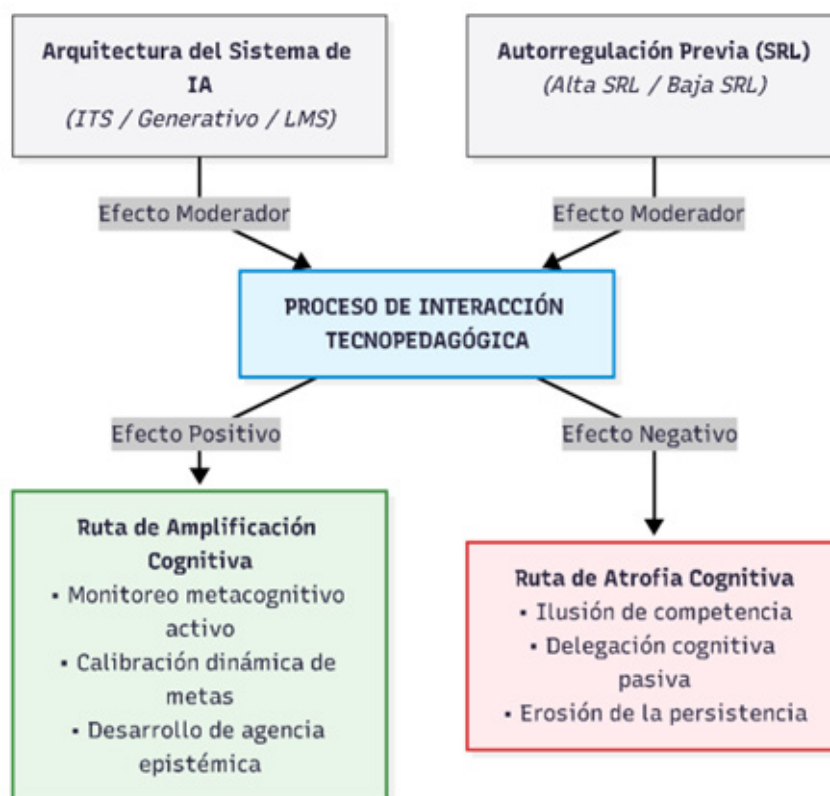
Convergencias y discrepancias en la literatura evaluada

En cuanto a las convergencias, se identifican tres hallazgos consistentes: (1) la IA no sustituye las competencias autorregulatorias del estudiante; su efectividad pedagógica depende de las habilidades de planificación y monitoreo previas del sujeto; (2) los sistemas adaptativos estructurados (ITS) reducen la ansiedad ante la tarea y la carga cognitiva extrínseca; y (3) el uso no guiado de IA generativa favorece la atrofia del esfuerzo reflexivo profundo en la resolución de tareas complejas.

En cuanto a las discrepancias, se observan dos puntos de divergencia. Por un lado, mientras estudios como los de Hwang & Tu (2023) afirman que el feedback inmediato automatizado potencia el aprendizaje, Chen & Zhang (2022) demuestran que el feedback diferido promueve una mayor reestructuración metacognitiva y evita la dependencia. Por otro lado, respecto a la percepción de autonomía, algunos autores (Formanek *et al.*, 2023) reportan un incremento en la percepción de control del estudiante, mientras otros (López-Martínez *et al.*, 2022) advierten que los alumnos confunden la facilidad de uso del software con la adquisición real de autonomía académica.

Los resultados de esta revisión sistemática confirman la hipótesis de trabajo: la inteligencia artificial no ejerce un impacto causal directo ni unidireccional sobre la mejora del aprendizaje autónomo y la metacognición en estudiantes de bachillerato. Los datos empíricos sintetizados revelan que el efecto de la tecnología se encuentra severamente moderado por dos factores clave: (1) la arquitectura del sistema tecnológico —Sistemas de Tutoría Inteligente con andamiaje frente a IA generativa conversacional sin restricciones— y (2) el nivel de competencia autorregulatoria previa del estudiante.

Este hallazgo es consistente con la teoría del aprendizaje autorregulado de Zimmerman y Pintrich (Molenaar *et al.*, 2021). Cuando un alumno posee estrategias metacognitivas desarrolladas, utiliza la IA como un entorno de práctica deliberada, aprovechando los dashboards y la retroalimentación para reajustar sus metas de estudio (Seufert *et al.*, 2024). Por el contrario, en estudiantes con deficiencias en el control inhibitorio y la planificación —rasgos frecuentes en la maduración cognitiva adolescente—, la disponibilidad de respuestas automáticas promueve la delegación cognitiva y la elusión del esfuerzo mental necesario para consolidar aprendizajes duraderos (Zubiran-Escudero *et al.*, 2024). Esta tensión entre el potencial amplificador y el riesgo erosivo de la IA ha sido documentada también en otros niveles educativos, donde se advierte que las herramientas generativas pueden mejorar el rendimiento inmediato, pero erosionar las capacidades metacognitivas a largo plazo.



Uno de los hallazgos más relevantes es la brecha detectada entre la percepción del estudiante y su rendimiento académico real cuando interactúa con IA generativa (Lodge *et al.*, 2023). La inmediatez y la fluidez formal con la que los chatbots entregan explicaciones y resúmenes desactivan la "dificultad deseable" descrita por

Bjork (Lodge *et al.*, 2023). Al no verse obligado a realizar procesos de síntesis, reestructuración gramatical ni búsqueda activa de fuentes, el cerebro adolescente experimenta una falsa sensación de maestría (ilusión de saber). Este fenómeno representa un riesgo pedagógico crítico en el bachillerato: los alumnos informan sentirse altamente capacitados durante la ejecución de las tareas mediadas por IA, pero sufren retrocesos significativos cuando son evaluados en entornos analógicos donde deben recuperar el conocimiento de forma autónoma. Por lo tanto, la tecnología que simplifica en exceso la tarea escolar no genera aprendizaje automático; únicamente genera eficiencia en la entrega de productos, desplazando la agencia epistémica del ser humano hacia el sistema algorítmico (Silva & Morales, 2023). Investigaciones recientes han acuñado el término "pereza metacognitiva" para describir este fenómeno, alertando sobre cómo la fluidez de los resultados generados por IA puede fomentar la abdicación del esfuerzo generativo necesario para construir conocimiento profundo (Fan *et al.*, 2025).

En contraste con los riesgos de la IA generativa no guiada, los resultados demuestran que los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS) e interfaces de analíticas visuales ofrecen sinergias positivas notables. La presentación objetiva de metadatos de navegación —tiempos de dedicación, número de intentos, tasas de error por concepto— actúa como un espejo cognitivo que confronta las sesgadas percepciones del adolescente sobre su propio esfuerzo (Nguyen & Ritcher, 2023). Al recibir retroalimentación visual clara, el estudiante logra realizar juicios de monitoreo más precisos, lo que se traduce en un incremento en la autogestión del tiempo y en la capacidad de reestructurar sus estrategias ante el fallo (Formanek *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2024). Estos datos sugieren que la IA alcanza su mayor valor pedagógico cuando no reemplaza la ejecución del estudiante, sino cuando amplifica sus procesos de supervisión y control metacognitivo. Los entornos de aprendizaje basados en IA que incorporan principios de diseño pedagógico explícito pueden potenciar la autorregulación y el pensamiento reflexivo en áreas STEM.

Los hallazgos de este estudio contradicen el supuesto común de que los adolescentes contemporáneos, por el hecho de haber crecido rodeados de pantallas, poseen habilidades intuitivas para aprender de forma autónoma con tecnología. Como demuestran Chai *et al.* (2024a) y Formanek *et al.* (2023), la destreza instrumental en el uso de interfaces táctiles y aplicaciones de entretenimiento no equivale a competencia metacognitiva ni a criterio crítico para auditar las respuestas generadas por una máquina. La capacidad de formular prompts analíticos, verificar sesgos y utilizar la IA como una herramienta de andamiaje requiere una enseñanza intencional, explícita y sistemática en el aula de clases. Esta constatación es especialmente relevante en el contexto latinoamericano, donde las brechas en la alfabetización digital y el acceso desigual a la infraestructura tecnológica exigen políticas educativas que prioricen el desarrollo de competencias autorregulatorias junto con la integración tecnológica (Ocaña-Fernández *et al.*, 2023).

Esta revisión contribuye a la literatura consolidando un marco explicativo que integra los modelos de aprendizaje autorregulado con la psicología de la interacción persona-computadora. Se demuestra que la agencia epistémica debe ser tratada como un constructo dinámico que puede ser amplificado o inhibido por el diseño de la interfaz tecnológica. La evidencia sugiere que la relación entre el estudiante y la IA no es monolítica; más bien, varía desde la delegación pasiva hasta la colaboración activa, dependiendo de las características del sistema y del usuario (Chai *et al.*, 2024b; Zubiran-Escudero *et al.*, 2024). Investigaciones recientes sobre agencia epistémica en entornos mediados por IA han revelado que los estudiantes pueden preservar un alto grado de control epistémico cuando el sistema ofrece una guía gradual y fomenta la toma de decisiones crítica (Jiménez, 2026).

De los hallazgos se derivan tres implicaciones prácticas fundamentales. En primer lugar, el rediseño de evaluaciones: las instituciones de bachillerato deben transitar desde la evaluación basada en productos finales —ensayos, ejercicios resueltos— hacia evaluaciones centradas en el proceso de pensamiento, incorporando la defensa oral, la autoevaluación reflexiva y la auditoría crítica de respuestas generadas por IA. En segundo lugar, la alfabetización algorítmica y metacognitiva: los currículos escolares deben integrar programas de formación que enseñen explícitamente el funcionamiento de los modelos de IA, sus sesgos y limitaciones, junto con estrategias de autorregulación del tiempo y de control del sesgo de sobreestimación. En tercer lugar, el diseño de interfaces pedagógicas: los desarrolladores de software educativo deben incorporar intencionalmente "dificultades deseables" en los sistemas de IA, como la entrega de pistas socráticas o preguntas de verificación metacognitiva antes de mostrar la solución a un problema. La implementación de restricciones pedagógicas en los LLMs ha demostrado ser efectiva para fomentar la autorregulación y la revisión procedimental (Becker *et al.*, 2025; Kim *et al.*, 2024). Asimismo, la enseñanza explícita de estrategias para cuestionar y dirigir los resultados de la IA mejora la metacognición y el uso ético de estas herramientas en el aula de escritura de secundaria.

LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Esta revisión presenta tres limitaciones principales que deben ser consideradas al interpretar sus hallazgos. En primer lugar, el sesgo geográfico: pese a incluir bases de datos como SciELO, existe un predominio de estudios originados en el Sudeste Asiático y Europa, lo que limita la generalización de los resultados a contextos rurales o socioeconómicamente desfavorecidos de América Latina. En segundo lugar, la escasez de estudios longitudinales: la mayoría de las investigaciones empíricas disponibles corresponden a diseños transversales o intervenciones de corta duración —menores a un semestre escolar—, impidiendo evaluar los efectos acumulativos del uso de IA a largo plazo. En tercer lugar, la heterogeneidad de herramientas: la constante actualización de las herramientas de IA dificulta la comparación directa entre estudios realizados con versiones tempranas de chatbots y plataformas adaptativas recientes.

CONCLUSIONES

La presente revisión sistemática permite extraer cuatro conclusiones fundamentales. En primer lugar, el efecto moderado de la IA: la inteligencia artificial no mejora de forma intrínseca el aprendizaje autónomo ni las habilidades metacognitivas en estudiantes de bachillerato. Su impacto está moderado por la arquitectura del software y el nivel previo de autorregulación del alumno. En segundo lugar, la divergencia entre tecnologías: los Sistemas de Tutoría Inteligente y los dashboards de analíticas potencian la precisión del monitoreo metacognitivo y la autogestión del tiempo. En contraste, el uso no normado de IA generativa induce pasividad, delegación procedimental y sobreestimación del saber (ilusión de saber). En tercer lugar, la agencia epistémica del estudiante se ve amenazada cuando la tecnología elimina el esfuerzo cognitivo requerido para la síntesis, la redacción y la resolución de problemas. Para preservar la agencia, es indispensable enseñar al alumnado a interactuar críticamente con los algoritmos. En cuarto lugar, se desmitifica la figura del "nativo digital": la competencia para utilizar la IA de forma metacognitivamente productiva no es innata; exige una guía pedagógica continua que promueva la planificación, el control del error y la autorreflexión.

Referencias bibliográficas

- Alvarez Terán, J. M. (2026). Modelo Aula invertida en el desempeño académico de estudiantes universitarios en Sudamérica: Una revisión sistemática. *Revista Santiago*, (168), 807–817. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/29123>
- Becker, T., Knoop, J., & Richter, S. (2025). Restricted language models in high school writing: Fostering self-regulation through constrained AI interactions. *Journal of Educational Psychology*, 117(2), 205–221. <https://doi.org/10.1037/edu0000845>
- Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., & Dai, Y. (2024b). Secondary school students' perceptions and usage of generative artificial intelligence in self-regulated learning environments. *Computers & Education*, 208, 104932. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104932>
- Chai, C. S., Zhou, N., Wang, X., & Zhang, Y. (2024a). Fostering self-regulated learning in AI-mediated secondary education: A mixed-methods inquiry. *Computers & Education*, 210, 104958. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104958>
- Chen, L., & Zhang, Y. (2022). Deferred vs. immediate automated feedback in intelligent tutoring systems: Effects on metacognitive restructuring and conceptual transfer. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1412–1425. <https://doi.org/10.1111/jcal.12689>
- Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2025). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489–530. <https://doi.org/10.1111/bjet.13544>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Formanek, M., Trempler, K., & Scheiter, K. (2023). Intelligent tutoring systems in secondary mathematics: Promoting autonomous learning, time management, and task persistence. *Learning and Instruction*, 85, 101740. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101740>
- Gómez, J., & Andrade, L. (2024). Ansiedad, autoeficacia y autorregulación en el uso de tutores inteligentes de matemáticas en estudiantes de secundaria. *Revista Colombiana de Educación*, 89, 45–67.
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2023). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review and metacognitive framework. *Interactive Learning Environments*, 31(8), 5120–5138. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2018615>

Jiménez Jiménez, J. (2026). Implementación de programas STEAM en escuelas primarias con recursos limitados de la República Dominicana. *Revista Santiago*, (168), 490–501. <https://santiago.uo.edu.cu/index.php/stgo/article/view/29107>

Kim, S., Park, J., & Lee, H. (2024). Socratic AI scaffolding for inquiry-based learning in secondary schools. *Educational Technology Research and Development*, 72(3), 145–168.

Lodge, J. M., Yang, S., Furze, A., & Dawson, P. (2023). It's not about cheating, it's about learning: Generative AI, metacognitive monitoring, and the illusion of knowing in secondary and higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(5), 1–17. <https://doi.org/10.14742/ajet.8872>

López-Martínez, A., García-Cabrera, J., & Sánchez-Moya, A. (2022). Percepción de la autonomía y la autorregulación en entornos virtuales de aprendizaje mediados por IA. *Revista de Educación*, 398, 89–112.

Molenaar, I., Horvers, A., & Baker, R. S. (2021). Towards hybrid human-system regulation: Scaffolding young learners' self-regulated learning with personalized dashboards. *Computers in Human Behavior*, 124, 106894. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106894>

Nguyen, T., & Richter, S. (2023). Metacognitive awareness and goal management through learning analytics dashboards in secondary education. *Learning and Individual Differences*, 105, 102312.

Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L., & Garro-Aburto, L. (2023). Inteligencia artificial y desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación secundaria en América Latina. *Revista Electrónica Educare*, 27(2), 1–18. <https://doi.org/10.15359/ree.27-2.15823>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Park, J., & Lee, S. (2022). AI-powered spaced practice for long-term retention in high school students. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 789–805.

Santos, M., Oliveira, R., & Costa, F. (2023). Adaptive reading platforms and metacognitive monitoring in Brazilian high schools. *Computers & Education*, 195, 104712.

Seufert, T., Schmeck, A., & Rathgeb, M. (2024). Cognitive load, executive functions, and dynamic AI scaffolding in secondary school students' self-regulation. *Educational Psychology Review*, 36(1), 12. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09852-w>

Silva, P., & Morales, R. (2023). Agencia epistémica y uso de ChatGPT en asignaturas humanísticas: un estudio fenomenológico. *Estudios Pedagógicos*, 49(2), 201–218.

Wang, Y., Zhang, L., & Chen, X. (2024). Multimodal adaptive environments and metacognitive monitoring in Chinese secondary schools. *British Journal of Educational Technology*, 55(2), 456–478.

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (Eds.). (2011). *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410601032>

Zubiran-Escudero, J., Gómez-Zermeño, M. G., & Alemán-de la Garza, L. (2024). Autorregulación, autoeficacia y agencia epistémica en el uso de entornos virtuales mediados por inteligencia artificial en bachillerato. *Apertura: Revista de Innovación Educativa*, 16(1), 34–49. <https://doi.org/10.32870/Ap.v16n1.2415>

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses que pudieran influir en la elaboración o publicación del artículo.

Declaración de contribución de los autores/as utilizando la Taxonomía CRediT:

Los autores trabajaron de conjunto en la totalidad del trabajo.

Declaración de originalidad del manuscrito: Los autores declaran que la participación fue voluntaria, que se informó el propósito del estudio y que la información se trató de forma confidencial y agregada, sin recopilar datos de identificación directa.